

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50565/2017
(22) Anmeldetag: 07.07.2017
(43) Veröffentlicht am: 15.10.2018

(51) Int. Cl.: **G01S 17/89** (2006.01)
G01S 7/48 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
RIEGL VQ-880-G Data Sheet, 13. Oktober 2014
<URL: <http://products.rieglusa.com/Asset/VQ-880-G%20Datasheet.pdf>>
AT 512782 A4

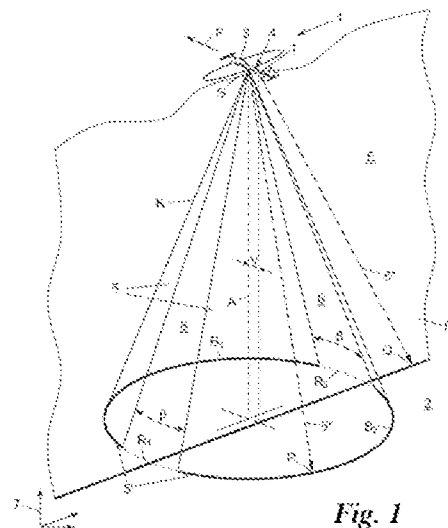
(71) Patentanmelder:
RIEGL Laser Measurement Systems GmbH
3580 Horn (AT)

(72) Erfinder:
Reichert Rainer Ing.
3580 Horn (AT)
Pfennigbauer Martin Dr.
3430 Tulln (AT)

(74) Vertreter:
Weiser & Voith Patentanwälte Partnerschaft
1130 Wien (AT)

(54) **Laserscanner und Vorrichtung zur Vermessung einer Umgebung**

(57) Die Erfindung betrifft einen Laserscanner (4) zur Vermessung einer Umgebung (2), umfassend einen ersten Sendeempfänger (9) zum Senden und Empfangen eines ersten Lasermessstrahls (5"), eine erste Strahlblendeneinrichtung (16) zum Auffächern des ersten Lasermessstrahls (5") zu einem als Kegelmantel (K) geformten ersten Scanfächer (5), einen zweiten Sendeempfänger (10) zum Senden und Empfangen eines zweiten Lasermessstrahls (6"), und eine zweite Strahlblendeneinrichtung (17) zum Auffächern des zweiten Lasermessstrahls (6") zu einem in einer Ebene (E) liegenden zweiten Scanfächer (6), welche Ebene (E) im Wesentlichen parallel zur Kegelachse (A) des Kegelmantels (K) verläuft, wobei der erste Sendeempfänger (9) dafür ausgebildet ist, das Empfangen des ersten Lasermessstrahls (5") in jenen Bereichen (8) des ersten Scanfächers (5) zu unterdrücken, in denen die Ebene (E) den Kegelmantel (K) außerhalb eines vorgegebenen Mindestabstands (D) vom Laserscanner (4) schneidet.



Zusammenfassung:

Die Erfindung betrifft einen Laserscanner (4) zur Vermessung einer Umgebung (2), umfassend einen ersten Sendeempfänger (9) zum Senden und Empfangen eines ersten Lasermessstrahls (5"), eine erste Strahlableinrichtung (16) zum Auffächern des ersten Lasermessstrahls (5") zu einem als ein Kegelmantel (K) geformten ersten Scanfächer (5), einen zweiten Sendeempfänger (10) zum Senden und Empfangen eines zweiten Lasermessstrahls (6"), und eine zweite Strahlableinrichtung (17) zum Auffächern des zweiten Lasermessstrahls (6") zu einem in einer Ebene (E) liegenden zweiten Scanfächer (6), welche Ebene (E) im Wesentlichen parallel zu der Kegelachse (A) des Kegelmantels (K) verläuft, wobei der erste Sendeempfänger (9) dafür ausgebildet ist, das Empfangen des ersten Lasermessstrahls (5") in jenen Bereichen (8) des ersten Scanfächers (5) zu unterdrücken, in denen die Ebene (E) den Kegelmantel (K) außerhalb eines vorgegebenen Mindestabstands (D) vom Laserscanner (4) schneidet.

(Fig. 1)

WEISER & VOITH · PATENTANWÄLTE

EUROPEAN PATENT & TRADEMARK ATTORNEYS

07580

RIEGL Laser Measurement Systems GmbH
A-3580 Horn (AT)

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Laserscanner zur Vermessung einer Umgebung, umfassend einen ersten Sendeempfänger, der zum Senden und Empfangen eines ersten Lasermessstrahls ausgebildet ist, eine erste Strahlableitvorrichtung, welche zum Auffächern des ersten Lasermessstrahls zu einem als ein Kegelmantel geformten ersten Scanfächer ausgebildet ist, einen zweiten Sendeempfänger, der zum Senden und Empfangen eines zweiten Lasermessstrahls ausgebildet ist, und eine zweite Strahlableitvorrichtung, welche zum Auffächern des zweiten Lasermessstrahls zu einem in einer Ebene liegenden zweiten Scanfächer ausgebildet ist, welche Ebene im Wesentlichen parallel zu der Kegelmantelachse des Kegelmantels verläuft.

Ein derartiger Laserscanner ist beispielsweise unter der Marke VQ[®] mit der Typenbezeichnung 880 G von der Firma RIEGL Laser Measurement Systems GmbH in Horn, Österreich, bekannt und dient zum kombinierten Scannen sowohl des Meeresbodens als auch der Meeresoberfläche und Küstenlinie von einem Luftfahrzeug aus. Der kegelmantelförmige erste Scanfächer wird von einem Lasermessstrahl im grünen Wellenlängenbereich gebildet, welcher Wasser durchdringen kann, und der ebene zweite Scanfächer von einem Lasermessstrahl im infraroten Wellenlängenbereich, der von der Meeresoberfläche und der Küstenlinie reflektiert wird. Die unterschiedlichen Wellenlängenbereiche

verhindern dabei weitgehend eine gegenseitige Störung der beiden Sendeempfänger.

Die Erfindung setzt sich zum Ziel, das Einsatzgebiet und die Zuverlässigkeit eines solchen kombinierten Laserscanners zu vergrößern.

Dieses Ziel wird erfindungsgemäß dadurch erreicht, dass der erste Sendeempfänger dafür ausgebildet ist, das Empfangen des ersten Lasermessstrahls in jenen Bereichen des ersten Scanfächers zu unterdrücken, in denen die Ebene den Kegelmantel außerhalb eines vorgegebenen Mindestabstands vom Laserscanner schneidet.

Die Erfindung nutzt die Erkenntnis, dass die sich bei der Vorwärtsbewegung des kegelmantelförmigen Scanfächers ergebende Konzentration von Abtastpunkten am Rand des Scanfächers unnötig, ja für eine gleichmäßige Scanauflösung sogar nachträglich ist, sodass dort das Empfangen des ersten Messstrahls ohne Genauigkeitseinbußen unterdrückt werden kann. Zugleich werden dabei Fehldetektionen des zweiten Messstrahls am ersten Sendeempfänger unterdrückt und die Scanzuverlässigkeit erhöht. Dadurch ist es nicht mehr zwingend erforderlich, unterschiedliche Wellenlängenbereiche für die beiden Scanfächer zu verwenden, es können beide Scanfächer im gleichen Wellenlängenbereich arbeiten, wenn beispielsweise der zweite Sendeempfänger von einem Hochleistungs-Lasermessstrahl Gebrauch macht, sodass er vom wesentlich leistungsschwächeren ersten Messstrahl bloß unwesentlich oder gar nicht beeinträchtigt wird. Bei Verwen-

dung zweier grüner Scanfächer kann beispielsweise der kegelmantelsektorförmige Scanfächer zum schnellen, hochauflösenden Flachwasserscannen verwendet werden, während der ebene Scanfächer langsamer und mit hoher Leistung gepulst zum Tiefwasserscannen verwendet wird. Oder es können mit zwei infraroten Scanfächern Straßenschluchten von der Luft aus vermessen werden, wobei der schräge Lasermessstrahl des kegelmantelsektorförmigen Scanfächers Gebäudefassaden erfasst, während der auch teilweise nach unten gerichtete Lasermessstrahl des ebenen Scanfächers bis zum Boden der Straßenschlucht hinabdringt. Im Ergebnis wird ein für eine Vielzahl unterschiedlicher Anwendungen geeigneter Laserscanner mit hoher Zuverlässigkeit geschaffen.

In einer besonders raumsparenden ersten Variante der Erfindung kann der erste Sendeempfänger dafür ausgebildet sein, das genannte Empfangen elektronisch zu unterdrücken, beispielsweise durch elektronisches Ignorieren von Empfangsimpulsen des Laserempfängers des Sendeempfängers in periodischen Zeitfenstern.

In einer alternativen und bevorzugten zweiten Variante der Erfindung ist der erste Sendeempfänger dafür ausgebildet, das genannte Empfangen mittels einer mechanischen Abschattungseinrichtung zu unterdrücken. Hochempfindliche Laserempfänger wie Fotovervielfacherröhren (Photomultiplier Tubes) werden mit Hochspannungen betrieben, die nicht einfach kurzfristig abgeschaltet werden können, und können bei Abschattung nicht durch

Empfangsimpulse hoher Leistung, die von einem starken ebenen Scanfächer für Tiefwasser oder Straßenschluchten herrühren, beschädigt werden.

Besonders bevorzugt ist der erste Sendeempfänger dafür ausgebildet, auch das Senden des ersten Lasermessstrahls in den genannten Bereichen des ersten Scanfächers zu unterdrücken. Ein Vorteil dieser Ausführungsform des erfindungsgemäßen Laserscanners ist, dass eine weiter verbesserte Unterdrückung von Fehldetektionen und damit eine weitere Erhöhung der Scanzuverlässigkeit erreicht wird, u.zw. sowohl bei Scanfächern gleicher Wellenlängenbereiche als auch bei Scanfächern unterschiedlicher Wellenlängenbereiche, weil z.B. parasitäre infrarote Strahlungsanteile grüner Laserquellen durch die Scanfächergeometrie wirksam ausgeblendet werden.

In dieser Ausführungsform der Erfindung kann der erste Sendeempfänger einerseits dafür ausgebildet sein, das genannte Senden und Empfangen elektronisch zu unterdrücken, beispielsweise durch periodisches Aussetzen der Triggerung des Lasersenders des Sendeempfängers zusätzlich zum elektronischen Ignorieren von Empfangsimpulsen des Laserempfängers des Sendeempfängers in periodischen Zeitfenstern. Alternativ und bevorzugt ist der erste Sendeempfänger andererseits dafür ausgebildet, das genannte Senden und Empfangen mittels einer mechanischen Abschattungseinrichtung zu unterdrücken. Diese Ausführungsform ist für besonders leistungsstarke und hochempfindliche Sendeempfänger geeignet: Hochleistungs-Lasersender wie Fa-

serlaser müssen nach der Inbetriebnahme regelmäßig getriggert werden, um einen unerwünschten gefährlichen Energieaufbau im Lasersender zu verhindern. Die mechanische Abschattung sowohl des Lasersenders als auch des Laserempfängers des ersten Sendeempfängers in jenen Bereichen des kegelförmigen ersten Scanfächers, in denen der ebene zweite Scanfächer zu liegen kommt, beseitigt ferner die Gefahr von Schäden an einem empfindlichen Laserempfänger.

Wenn der erste Sendeempfänger einen Lasersender mit einem Sendestrahlangang und einen Laserempfänger mit einem Empfangsstrahlengang umfasst, welche Sende- und Empfangsstrahlengänge über eine Strahlein- und -auskopplungseinrichtung zum Strahlengang des Lasermessstrahls vereinigt sind, umfasst die mechanische Abschattungseinrichtung bevorzugt je eine Blende im Sendestrahlangang und im Empfangsstrahlengang. Dadurch, dass der Lasersender eine eigene Blende hat, die noch vor der Einkopplung des Sendestrahlangangs in den Lasermessstrahl liegt, wird ein Übersprechen des Lasersenders auf den Laserempfänger, wie es sonst durch Reflexionen an einer gemeinsamen Blende auftreten könnte, wirksam verhindert.

Die genannten Blenden können von jeder in der Technik bekannten Art sein, beispielsweise steuerbare elektrooptische oder mechanische Lamellenblenden od.dgl. Bevorzugt wird jede Blende durch ein rotierbares Flügelrad gebildet. Eine solche rotierend angetriebene Blende kann in besonders einfacher Weise mechanisch mit der Auffächerbewegung der ersten Strahlab-

lenkeinrichtung, welche den kegelmantelsektorförmigen ersten Scanfächer erzeugt, gekoppelt werden.

Bevorzugt trägt jedes Flügelrad zwei diametrale, im Wesentlichen kreissektorförmige Abschattungsflügel mit einem Sektorwinkel von je 5° bis 30° , besonders bevorzugt 10° bis 20° . Dies ergibt ausreichende Abstandsbereiche des ersten Scanfächers vom zweiten Scanfächer, ohne nennenswerte Abstriche in der Auflösung und Abdeckung des vom ersten Scanfächer überstrichenen Umgebungsbereichs.

Die erste Strahlableinrichtung, welche den kegelmantelsektorförmigen ersten Scanfächer erzeugt, könnte beispielsweise mit entsprechend rotierenden oder schwingenden Ablenkspiegeln arbeiten. Alternativ und bevorzugt weist die erste Strahlableinrichtung eine rotierbare Keilscheibe aus transparentem Material auf. Damit kann eine hohe Scangeschwindigkeit des Lasermessstrahls im ersten Scanfächer erreicht werden. Diese Ausführungsform eignet sich auch besonders gut zur Kopplung mit Blenden in Form von rotierenden Flügelrädern, welche über ein Getriebe mit der Keilscheibe drehsynchronisiert werden können.

Der Laserscanner der Erfindung eignet sich für unterschiedlichste Anwendungsszenarien, sowohl mit ersten und zweiten Scanfächern unterschiedlicher Wellenlängenbereichen als auch gleicher Wellenlängen.

Für luftgestützte Scanaufgaben ist es besonders günstig, wenn der Öffnungswinkel des Kegelmantels des ersten Scanfä-

chers 30° bis 60° beträgt, bevorzugt 40° bis 45° , was einen guten Kompromiss zwischen Scanauflösung und Abdeckung ergibt.

In einem weiteren Aspekt schafft die Erfindung auch eine Vorrichtung zum luftgestützten Laserscannen mit einem Laser-scanner der hier vorgestellten Art, der mit im Wesentlichen nach unten gerichteten ersten und zweiten Scanfächern auf einem Luftfahrzeug montiert ist.

Die Erfindung wird nachstehend anhand von in den beige-schlossenen Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. In den Zeichnungen zeigt:

Fig. 1 eine erfindungsgemäße Vorrichtung zum luftgestützten Laserscannen in einer schematischen Perspektivansicht im Betrieb;

Fig. 2 einen schematischen Querschnitt durch die Scanfächer der Vorrichtung von Fig. 1;

Fig. 3 eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen Laser-scanners der Vorrichtung von Fig. 1 in einer schematischen Schnittansicht; und

Fig. 4 eine Draufsicht auf eine der Flügelrad-Blenden des Laserscanners von Fig. 3.

In Fig. 1 ist eine Vorrichtung 1 zum luftgestützten Laserscannen einer Umgebung 2, z.B. einer Landschaft, einer Gewässeroberfläche und/oder eines Gewässerbodens, eines Innenraums wie eines Bergwerks, einer Fabrikshalle usw. gezeigt. Die Vorrichtung 1 umfasst ein Luftfahrzeug 3, z.B. ein Flächenflugzeug oder einen Drehflügler, wie einen Helikopter oder

Multikopter, sowohl bemannter als auch unbemannter Art (unmanned area vehicle, UAV), sowie einen am Luftfahrzeug 3 montierten Laserscanner 4 (Fig. 3). Der Laserscanner 4 ist an der Unterseite des Luftfahrzeugs 3 montiert, beispielsweise über einen Haltebügel H am Rumpf, in einer Bodenluke, unter einem Flügel, am Fahrwerk, an einer Kufe usw. des Luftfahrzeugs 3.

Der Laserscanner 4 verfügt über zwei verschiedene Scanfächer 5, 6 zum Abtasten (Scannen) der Umgebung 2, und zwar einen ersten, auf einem Kegelmantel K liegenden Scanfächer 5 und einen zweiten, in einer Ebene E liegenden Scanfächer 6. Der Laserscanner 4 ist am Luftfahrzeug 3 mit im Wesentlichen nach unten gerichteten Scanfächern 5, 6 montiert, auch andere Montagerichtungen sind möglich.

Beim Auftreffen der Scanfächer 5, 6 auf z.B. einer ebenen Umgebung 2, beispielsweise flachem Land oder der Meeresoberfläche, liefert der erste Scanfächer 5 - wie später noch ausführlicher erläutert - eine zu zwei Bögen B_1 , B_2 zerfallende Scanlinie 5', die einem Kreis bzw. einer Ellipse folgt, während der Scanfächer 6 eine gerade Scanlinie 6' ergibt. Wenn die Vorrichtung 1 beispielsweise in einer Flugrichtung F normal zur Ebene E des Scanfächers 6 vorwärts bewegt wird, überstreichen die Scanlinien 5' und 6' fortlaufend die Umgebung 2, um deren Oberflächen- bzw. Höhenrelief mittels des Laserscanners 4 zu messen.

Die Scanfächer 5, 6 werden bevorzugt - wenn auch nicht zwingend - jeweils durch einen einzelnen Lasermessstrahl 5",

6" gebildet, der vom Laserscanner 4 abtastend über die Umgebung 2 geführt wird. Durch Laufzeitmessungen an den vom Laserscanner 4 ausgesandten, jeweils an einem Punkt P auf der Scanlinie 5' bzw. einem Punkt Q auf der Scanlinie 6' der zu vermessenden Umgebung 2 reflektierten und wieder im Laserscanner 4 zurückerhaltenen Lasermessstrahlen 5", 6", z.B. an darin enthaltenen Laserimpulsen, kann in an sich bekannter Weise die Entfernung des Laserscanners 4 zu den Punkten P, Q vermessen werden; und aus einer Vielzahl solcherart auf den Scanlinien 5', 6' vermessener Punkte P, Q kann dann - in Kenntnis der Position und Raumlage des Laserscanners 4 und in Kenntnis der jeweils aktuellen Sende- und Empfangsrichtungen der Lasermessstrahlen 5", 6" - in einem Koordinatensystem 7 ein 3D-Modell der Umgebung 2 in Form einer „Punktewolke“ von Abtastpunkten P, Q erstellt werden, wie in der Technik bekannt.

Um eine gegenseitige Störung der Scanfächer 5, 6 zu verringern oder zu vermeiden, insbesondere beim Zurückempfangen der umgebungsreflektierten Lasermessstrahlen 5", 6" im Laserscanner 4, d.h. um dem Laserscanner 4 eine Zuordnung von umgebungsreflektiertem empfangenen Laserlicht zu dem jeweils ursprünglichen ausgesandten Lasermessstrahl 5" bzw. 6" zu erleichtern, wird das Empfangen und optional auch das Senden des Lasermessstrahls 5" des kegelmantelförmigen Scanfächers 5 in solchen Bereichen 8 des Scanfächers 5 unterdrückt, in denen die Ebene E des Scanfächers 6 den Kegelmantel K des Scanfächers 5 schneidet.

Im Idealfall, wenn die Scanfächer 5, 6 vom selben Punkt ausgehen, wenn also die Spitze S des Kegelmantels K in der Ebene E liegt, genügt es, wenn die Breite, d.h. der Sektorwinkel β , der Bereiche 8 der Strahlaufweitung des Lasermessstrahls 6" entspricht. In der Praxis ist es jedoch kaum möglich, die Scanfächer 5, 6 von genau demselben Punkt S auszusenden, und es besteht üblicherweise ein geringfügiger Versatz zwischen dem Aussendepunkt (der Kegelmantelspitze) S des Scanfächers 5 und dem Aussendepunkt T des Scanfächers 6, d.h. eine Parallaxe V zwischen der Kegelachse A des Kegelmantels K und der Ebene E. Zusätzlich zu der konstruktionsbedingten Parallaxe V kann es in der Praxis auch zu geringfügigen Verwindungen bzw. Fehljustierungen zwischen der Kegelachse A, der Ebene E und der Fortbewegungsrichtung F kommen, welche eine Vergrößerung des Sektorwinkels β der Bereiche 8 erforderlich machen, damit es in einem Messbereich M, der in einem Abstand D vom Laserscanner 4 beginnt, zu keinen Kollisionen der Scanfächer 5, 6 kommt, siehe Fig. 2. Der Sektorwinkel β der Bereiche 8 hängt daher von der Parallaxe V, der Strahlaufweitung der Lasermessstrahlen 5", 6" im Messbereich M sowie den sich aus Toleranzen für Fehljustagen ergebenden geometrischen Verhältnissen ab.

Unter Berücksichtigung dieser Rahmenbedingungen hat sich ein Sektorwinkel β von 5° bis 30° , bevorzugt 10° bis 20° , als guter Kompromiss zwischen ausreichender Separierung der Scanfächer 5, 6 im Messbereich M einerseits und nur geringfügiger

Reduktion der Scanlinie 5' auf die Bögen B_1 , B_2 anderseits erwiesen.

Bei einer Vorwärtsbewegung der Bögen B_1 , B_2 in Flugrichtung F normal zur Ebene E entfallen durch die Bereiche 8 von der Scanlinie 5' lediglich Randbereiche R_1 , R_2 , welche ohnehin bloß zu einer übermäßigen Ansammlung von Abtastpunkten P entlang dieser Randbereiche führen würden. Die Reduktion der Scanlinie 5' auf die Bögen B_1 , B_2 ergibt damit auch eine gleichmäßigere Verteilung der Scanauflösung des Scanfächers 5 über der Umgebung 2.

Der Öffnungswinkel α des Kegelmantels K des Scanfächers 5 beträgt für übliche Vermessungsaufgaben beispielsweise 30° bis 60° oder 40° bis 45° . Aufgrund dieses Öffnungswinkels α einerseits und der Parallaxe V anderseits ist es nicht möglich, den Scanfächer 5 in unmittelbarer Nähe des Laserscanner 4 zu unterdrücken. Dies ist auch nicht erforderlich, weil der Messbereich M im Abstand D zum Laserscanner 4 liegt, wie in Fig. 2 gezeigt. Es genügt daher, das Empfangen und optional auch das Senden des Lasermessstrahls 5" in solchen Bereichen 8 zu unterdrücken, in denen die Ebene E den Kegelmantel K außerhalb dieses vorgegebenen Abstands D schneidet. Je größer der Abstand D gewählt wird, desto kleiner kann der Sektorwinkel β der Bereiche 8 gewählt werden, d.h. der Sektorwinkel β ist - zusätzlich zu der Abhängigkeit von den oben genannten Größen - auch vom Mindestabstand D des gewünschten Messbereichs M abhängig.

Fig. 3 zeigt eine praktische Ausführungsform des Laserscanners 4 der Fig. 1 und 2. Der Laserscanner 4 umfasst einen ersten Sendeempfänger 9 zum Senden und Empfangen des Lasermessstrahls 5" und einen zweiten Sendeempfänger 10 zum Senden und Empfangen des zweiten Lasermessstrahls 6". Jeder Sendeempfänger 9, 10 enthält beispielsweise einerseits einen Lasersender 11, z.B. eine Laserdiode, und einen Umlenkspiegel 12 zum Aussenden des jeweiligen Lasermessstrahls 5", 6" und andererseits eine Sammellinse 13 und einen optischen Empfänger 14, z.B. eine Foto- oder Lawinendiode, zum Empfangen des jeweils umgebungsreflektierten Lasermessstrahls 5", 6".

Aufgrund der meist diffusen Reflexion der Lasermessstrahlen 5", 6" an der Umgebung 2 werden diese in der Regel aufgeweitet zurückempfangen und von den Sammellinsen 13 auf den Empfängern 14 fokussiert. Mit 15 sind an den jeweiligen Sendeempfänger 9, 10 angeschlossene Auswerteschaltungen bezeichnet, um die genannten Laufzeitmessungen an den Lasermessstrahlen 5", 6" durchzuführen und - sei es direkt im Laserscanner 4 oder unter Zuhilfenahme externer Schaltungen - die genannte Punktwolke von Abtastpunkten P, Q als 3D-Modell der Umgebung 2 im Koordinatensystem 7 zu erstellen.

Jedem Sendeempfänger 9, 10 ist eine eigene Strahlableinrichtung 16, 17 zugeordnet, um den jeweiligen Lasermessstrahl 5", 6" zum Scanfächer 5 bzw. 6 aufzufächern. Die dem Sendeempfänger 10 zugeordnete Strahlableinrichtung 17 enthält z.B. einen um eine Achse 18 rotierenden, unter 45° zur

Achse 18 schräggestellten Ablenkspiegel 19. Die Achse 18 verläuft in der in Fig. 1 gezeigten Einbausituation bevorzugt parallel zur Flugrichtung F. Der Ablenkspiegel 19 ist von einem 360°-Rundumfenster 20 umgeben, beispielsweise ein Glasrohr beliebigen Querschnitts, das zwischen zwei Gehäuseteilen 21, 22 des Laserscanners 4 liegt, wobei der eine Gehäuseteil 21 den Sendeempfänger 10 und der andere Gehäuseteil 22 einen Antriebsmotor 23 für den Drehantrieb des Ablenkspiegels 19 herbergt. Bei Drehung des Ablenkspiegels 19 wird der Laserstrahl 6" sowohl in seiner Sende- als auch seiner Empfangsrichtung zu einem das Fenster 20 durchsetzenden, normal zur Achse 18 und in der Ebene E liegenden, etwa kreisscheibenförmigen Scanfächer 6 aufgefächert, wie aus Fig. 1 ersichtlich.

Es versteht sich, dass der ebene Scanfächer 6 nicht notwendigerweise ein 360°-Scanfächer rund um die Achse 18 sein muss. Beispielsweise kann anstelle des rotierenden Spiegels 19 auch ein um einen Winkelbereich schwingender Spiegel 19 eingesetzt werden, sodass sich das Fenster 20 auch nur über einen begrenzten Winkelsektor zur Öffnen braucht. Auch können anstelle eines einzigen Ablenkspiegels 19 ganze Ablenkspiegelsysteme verwendet werden, beispielsweise Spiegelräder mit Spiegelfacetten, Spiegelprismen usw.

Die dem anderen Sendeempfänger 9 zugeordnete Strahlablenkeinrichtung 16 ist in einem den Sendeempfänger 9 aufnehmenden weiteren Gehäuseteil 24 des Laserscanners 4 angeordnet. Die

Strahlableitenrichtung 16 arbeitet auf Basis eines optisch brechenden Elements, hier einer in einer Hülse 25 montierten Keilscheibe 26 aus einem für die Wellenlänge des Lasermessstrahls 5" transparenten Material, das beim Durchtritt des Lasermessstrahls 5" diesen an den Grenzflächen 26', 26" der Keilscheibe 26 zur Luft optisch bricht und damit ablenkt. Die beiden Grenzflächen, d.h. Scheibenseiten 26', 26", der Keilscheibe 26 sind nicht-parallel, und durch Drehen der Keilscheibe 26 um ihre Achse 27 wird der sie durchsetzende Lasermessstrahl 5" sowohl in der Sende- als auch in der Empfangsrichtung zu dem auf dem Kegelmantel K liegenden Scanfächer 5 aufgefächert, welcher ein Fenster 28 des Gehäuseteils 24 des Laserscanners 4 durchsetzt.

In der in Fig. 3 gezeigten Ausführungsform enthält die Strahlableitenrichtung 16 zwischen Keilscheibe 26 und Sendempfänger 9 noch einen 90°-Umlenkspiegel 29. Es versteht sich, dass bei direkter Anordnung des Sendeempfängers 9 über der Keilscheibe 26 der Umlenkspiegel 29 entfallen kann.

Die Keilscheibe 26 wird beispielsweise von einem Ringmotor 30 zur Rotation um die Achse 27 angetrieben. Die Keilscheibe 26 ist entweder direkt im Ringmotor 30 oder z.B. über die Hülse 25 in Lagern 31 des Laserscanners 4 gelagert. Der Ringmotor 30 umfasst einen außenliegenden, im Gehäuseteil 24 montierten ringförmigen Stator 32 und einen innenliegenden ringförmigen Rotor 33, welcher die Keilscheibe 26 bzw. ihre Hülse 25 umgibt und hält.

Um das Empfangen und optional auch das Senden des Laser-
messstrahls 5" in den Bereichen 8 des Kegelmantels K zu unter-
drücken, können beispielsweise während einer 360°-Umdrehung
der Keilscheibe 26 das Auswerten des Empfangssignals des La-
serempfängers 14 und optional das Triggern des Lasersenders 11
jeweils in den Bereichen 8 auf elektronischem Wege unterdrückt
werden. Alternativ und wie dargestellt werden die Bereiche 8
jedoch mittels einer mechanischen Abschattungseinrichtung 34 -
39 erzeugt, welche in dem bzw. den Strahlengängen vor dem La-
serempfänger 14 und optional vor dem Lasersender 11 und liegt.
Die Abschattungseinrichtung 34 - 39 umfasst entweder eine im
gemeinsamen Strahlengang des Lasermessstrahls 5" liegende me-
chanische Blende (nicht gezeigt), oder bevorzugt - wie in Fig.
3 dargestellt - jeweils eine (optionale) mechanische Blende 34
im Sendestrahlgang 35 des Lasersenders 11 und eine mechani-
sche Blende 36 im Empfangsstrahlengang 37 des Laserempfängers
14, also bevor die Sende- und Empfangsstrahlengänge 35, 37
durch die hier vom Spiegel 12 gebildete Strahlein- und
-auskopplungseinrichtung zum Strahlengang des Lasermessstrahls
5" vereinigt werden. Es versteht sich, dass zum Unterdrücken
des Sendens und Empfangens des Lasermessstrahls 5" im genann-
ten Bereich 8 eine Kombination der genannten Varianten möglich
ist, indem z.B. das Senden elektronisch und das Empfangen mit-
tels der mechanischen Abschattungseinrichtung 34 - 39 unter-
drückt wird oder umgekehrt.

Die mechanischen Blenden 34, 36 können von jeder in der Technik bekannten Art sein, z.B. elektrooptische Blenden, mechanische Lamellenblenden od.dgl. Bevorzugt wird jede Blende 34, 36 durch ein rotierendes Flügelrad 38 mit zwei diametralen, im Wesentlichen kreissektorförmigen Abschattungsflügeln 39 gebildet, wie in Fig. 4 in der Draufsicht gezeigt. Der Sektorwinkel γ der Abschattungsflügel 39 entspricht unmittelbar dem Sektorwinkel β der Bereiche 8. Solche Flügelrad-Blenden 34, 36 können in besonders einfacher Weise über ein (hier nur schematisch dargestelltes) mechanisches Getriebe 40 mit der Keilscheibe 26 drehsynchronisiert werden, sodass z.B. eine Umdrehung der Keilscheibe 26 einer Umdrehung des Flügelrades 38 entspricht. Bei entsprechend halbzahlgiger oder vielfacher Anordnung von Abschattungsflügeln 39 auf den Flügelrädern 38 können eine entsprechende Über- oder Untersetzung im Getriebe 40 und entsprechende Sektorwinkel γ der Abschattungsflügeln 39 vorgesehen sein, um die genannten Bereiche 8 zu erzeugen. Ferner könnten im Getriebe 40, wenn gewünscht, für die Flügelräder 38 der beiden Blenden 34, 36 unterschiedliche Über- oder Untersetzungen vorgesehen sein und die Flügelräder 38 sich dabei in Anzahl und Sektorwinkeln γ ihrer jeweiligen Abschattungsflügel 39 voneinander entsprechend unterscheiden.

Anstelle einer Keilscheibe 26 können auch alle anderen Arten von Strahlableitungen für die Strahlableitungen 16 verwendet werden, welche in der Lage sind, einen kegelmantel- bzw. kegelmantelsektorförmigen Scanfächer 5 zu er-

zeugen, wie rotierende oder schwingende Spiegel oder Spiegelsysteme oder auch andere Arten von optisch brechenden Elementen, die rotieren oder schwingen gelassen werden, beispielsweise elektrisch steuerbare Linsen mit elektrisch veränderbarer Form oder elektrisch veränderbarem Brechungsindex, z.B. elektrooptische Fluidlinsen.

Die Anwendungsszenarien des Laserscanners 4 sind mannigfaltig und auch Verwendungen auf anderen Trägerplattformen als Luftfahrzeugen sind möglich, z.B. auf Land- oder Wasserfahrzeugen oder sogar von einer Person getragen. Die Wellenlängenbereiche der Scanfelder 5, 6 werden dabei jeweils entsprechend der gewünschten Anwendung gewählt. So können für Gewässervermessungen beide Scanfelder 5, 6 z.B. in einem grünen, wasserdurchdringenden Wellenlängenbereich arbeiten, wobei der Lasermessstrahl 5" beispielsweise mit hoher Geschwindigkeit, hoher Pulsrate und verhältnismäßig geringer Energie über die Bögen B_1 , B_2 der Scanlinie 5' geführt wird, um Flachwasserbereiche zu vermessen, wogegen der Lasermessstrahl 6" mit geringerer Geschwindigkeit, niedriger Pulsrate und hoher Energie über die Scanlinie 6' geführt wird, um Tiefwasserbereiche zu vermessen. Alternativ werden beide Scanfelder 5, 6 im selben sichtbaren oder infraroten Wellenlängenbereich betrieben, um terrestrische Vermessungsaufgaben wie das Scannen von Straßenschluchten zu bewerkstelligen, wobei der schräg auftreffende Lasermessstrahl 5" auch vertikale Fassaden erfasst, während der auch nach unten vordringende Lasermessstrahl 6" den Boden der Stra-

ßenschlucht erfasst. Auch ist es möglich, für die beiden Scanfächer 5, 6 unterschiedliche Wellenlängenbereiche zu verwenden, z.B. für den Scanfächer 5 einen grünen, wasserdurchdringenden Wellenlängenbereich zur Gewässerbodenvermessung und für den Scanfächer 6 einen infraroten Wellenlängenbereich, um Gewässeroberflächen und Küstenlinien zu vermessen.

Die Erfindung ist demgemäß nicht auf die dargestellten Ausführungsform beschränkt, sondern umfasst alle Varianten, Modifikationen und deren Kombinationen, die in den Rahmen der angeschlossenen Ansprüche fallen.

Patentansprüche:

1. Laserscanner (4) zur Vermessung einer Umgebung (2), umfassend

einen ersten Sendeempfänger (9), der zum Senden und Empfangen eines ersten Lasermessstrahls (5") ausgebildet ist,

eine erste Strahlableitenrichtung (16), welche zum Auffächern des ersten Lasermessstrahls (5") zu einem als ein Kegelmantel (K) geformten ersten Scanfächer (5) ausgebildet ist,

einen zweiten Sendeempfänger (10), der zum Senden und Empfangen eines zweiten Lasermessstrahls (6") ausgebildet ist, und

eine zweite Strahlableitenrichtung (17), welche zum Auffächern des zweiten Lasermessstrahls (6") zu einem in einer Ebene (E) liegenden zweiten Scanfächer (6) ausgebildet ist, welche Ebene (E) im Wesentlichen parallel zu der Kegelachse (A) des Kegelmantels (K) verläuft,

dadurch gekennzeichnet, dass der erste Sendeempfänger (9) dafür ausgebildet ist, das Empfangen des ersten Lasermessstrahls (5") in jenen Bereichen (8) des ersten Scanfächers (5) zu unterdrücken, in denen die Ebene (E) den Kegelmantel (K) außerhalb eines vorgegebenen Mindestabstands (D) vom Laserscanner (4) schneidet.

2. Laserscanner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Sendeempfänger (9) dafür ausgebildet ist, das genannte Empfangen elektronisch zu unterdrücken.

3. Laserscanner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Sendeempfänger (9) dafür ausgebildet ist, das genannte Empfangen mittels einer mechanischen Abschattungseinrichtung (34 - 39) zu unterdrücken.

4. Laserscanner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Sendeempfänger (9) dafür ausgebildet ist, auch das Senden des ersten Lasermesstrahls (5") in den genannten Bereichen (8) des ersten Scanfächers (5) zu unterdrücken.

5. Laserscanner nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Sendeempfänger (9) dafür ausgebildet ist, das genannte Senden und Empfangen elektronisch zu unterdrücken.

6. Laserscanner nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Sendeempfänger (9) dafür ausgebildet ist, das genannte Senden und Empfangen mittels einer mechanischen Abschattungseinrichtung (34 - 39) zu unterdrücken.

7. Laserscanner nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Sendeempfänger (9) einen Lasersender (11) mit einem Sendestrahlangang (35) und einen Laserempfänger (14) mit einem Empfangsstrahlengang (37) umfasst,

wobei der Sendestrahlangang (35) und der Empfangsstrahlengang (37) über eine Strahlein- und -auskopplungseinrichtung (12) zum Strahlengang des Lasermesstrahls (5") vereinigt sind, und

wobei die mechanische Abschattungseinrichtung (34 - 39) je eine Blende (34, 36) im Sendestrahlangang (35) und im Empfangsstrahlengang (37) umfasst.

8. Laserscanner nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass jede Blende (34, 36) durch ein rotierbares Flügelrad (38) gebildet ist.

9. Laserscanner nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass jedes Flügelrad (38) zwei diametrale, im Wesentlichen kreissektorförmige Abschattungsflügel (39) mit einem Sektorwinkel (8) von je 5° bis 30° , bevorzugt 10° bis 20° , trägt.

10. Laserscanner nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Strahlableitvorrichtung (16) eine rotierbare Keilscheibe (26) aus transparentem Material aufweist.

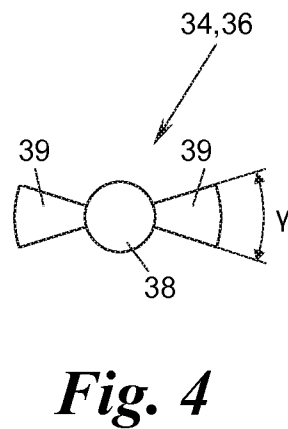
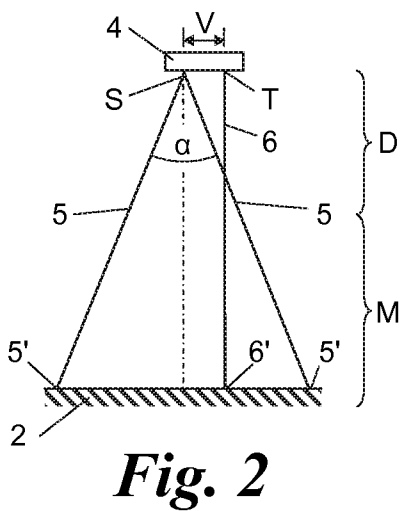
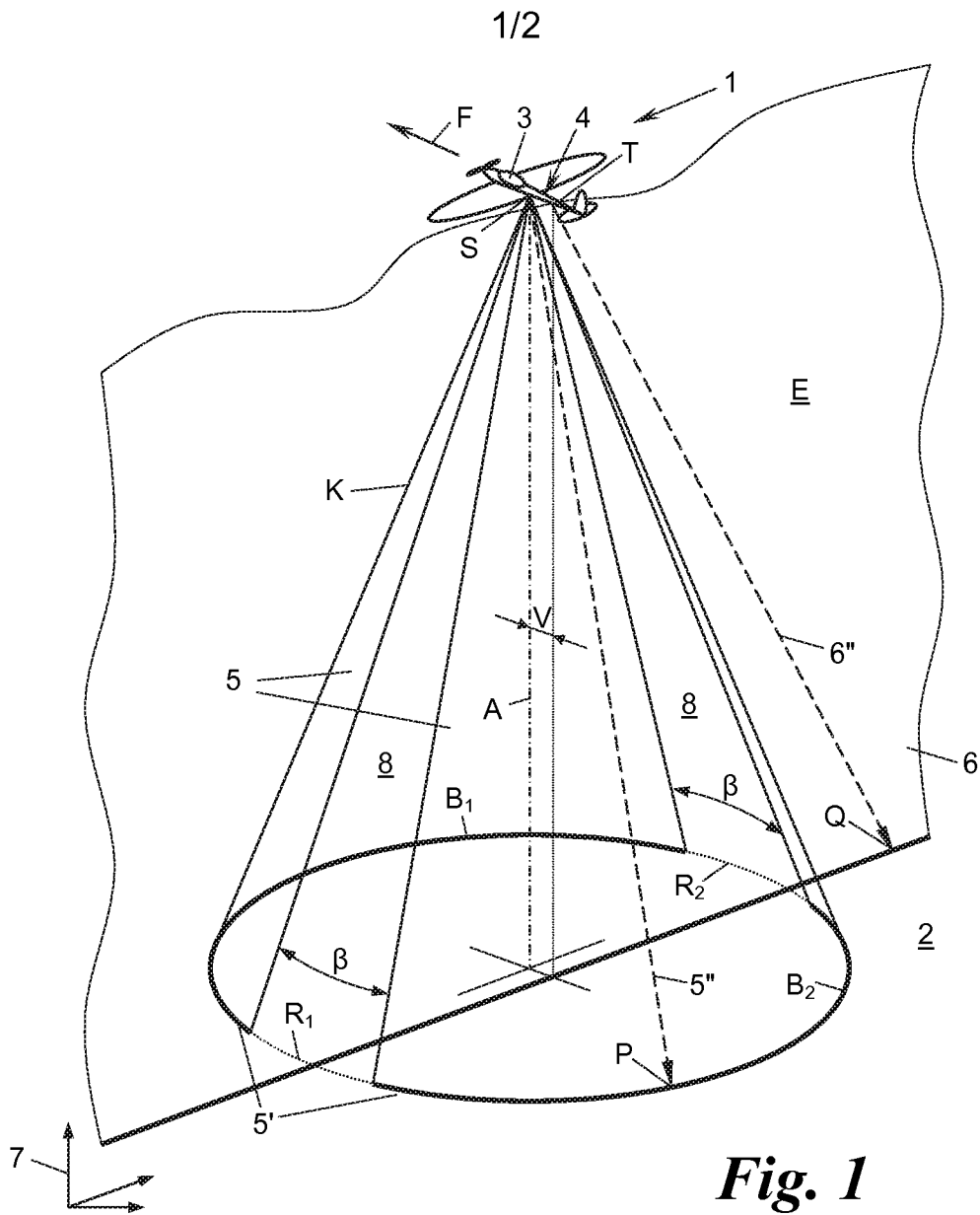
11. Laserscanner nach Anspruch 10 in Verbindung mit Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass jedes Flügelrad (38) über ein Getriebe (40) drehsynchron mit der Keilscheibe (26) gekoppelt ist.

12. Laserscanner nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Lasermessstrahl (5") im grünen Wellenlängenbereich und der zweite Lasermessstrahl (6") im infraroten Wellenlängenbereich liegt.

13. Laserscanner nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass der erste und der zweite Lasermessstrahl (5", 6") im selben Wellenlängenbereich liegen.

14. Laserscanner nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass der Öffnungswinkel (α) des Kegelmantels (K) 30° bis 60° , bevorzugt 40° bis 45° , beträgt.

15. Vorrichtung zum luftgestützten Laserscannen, umfassend einen Laserscanner (4) nach einem der Ansprüche 1 bis 14, der mit im Wesentlichen nach unten gerichteten ersten und zweiten Scanfächern (5, 6) auf einem Luftfahrzeug (3) montiert ist.



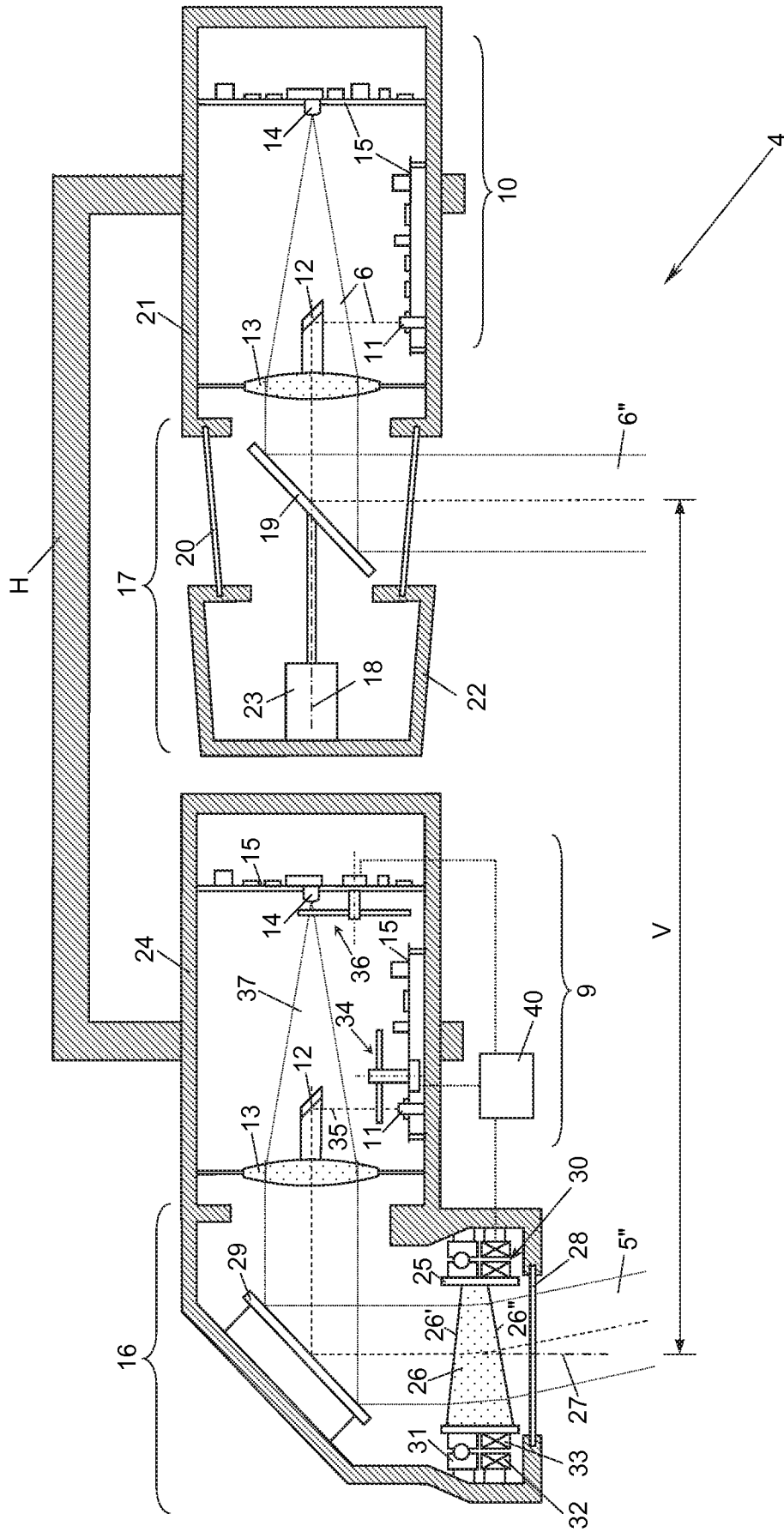


Fig. 3